

Ville Urvikko

Polttomoottorin sähköinen esilämmitys

Lämmitysajan pituuden merkitys

Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetustekniikka


Huhtikuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 26.4.2012	
Tekijä(t) Ville Urvikko		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto- ja kuljetustekniikka	
Nimeke Polttomoottorin sähköinen esilämmitys: lämmitysajan pituuden merkitys			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua polttomoottorien sähköisiin esilämmitysjärjestelmiin ja muodostaa lämmitysaikasuositukset niiden käytölle. Suositusten pohjaksi mitattiin lämpötiloja eri puolilta moottoria lämmityksen aikana. Mittaukset toistettiin kolmella eri autolla.</p> <p>Suosituksia laadittaessa otettiin huomioon mittaustulosten lisäksi polttoaineenkulutus, moottorin rasittuminen, pakokaasupäästöt, liikenneturvallisuus, mukavuus ja lämmityksen kustannukset. Kaikkien osa-alueiden huomiointi ei ole tässä laajuudessa kovin tarkasti mahdollista, joten osa perustuu arvioihin.</p> <p>Aiheesta on olemassa joitakin aiempia tutkimuksia, joihin saatuja tuloksia verrattiin. Odotetusti työssä laaditut suositukset osuivat hyvin lähelle aiemmin julkaistuja suosituksia.</p>			
Asiasanat (avainsanat) autotekniikka, polttomoottorit, lämmitys,			
Sivumäärä 25	Kieli suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Juhani Martikainen		Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis 26.4.2012	
Author(s) Ville Urvikko		Degree programme and option Car and transport technology	
Name of the bachelor's thesis Engine pre-heating: meaning of the heating time			
Abstract <p>The purpose on my thesis was to create recommendations for the pre-heating times of passenger car engines. This was done with the help of temperature measurements from three different cars.</p> <p>Fuel economy, engine wear, comfort, exhaust emissions, safety and heating costs were also taken under consideration. There are previous recommendations which have been published before and I wanted to know if I would end up with the same results.</p> <p>Results showed the importance of the right engine oil in cold climate, even when using pre-heated engine. Recommendations I made according to my measurements were almost identical to the previous recommendations.</p>			
Subject headings, (keywords) Car technology, combustion engines, heating			
Pages 25	Language finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Juhani Martikainen		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	SÄHKÖISET ESILÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	2
2.1	Liitântäjohto.....	2
2.2	Lämmitysvastus	2
2.3	Sisätilanlämmitin	3
2.4	Akkulaturi	4
2.5	Ohjausjärjestelmät	4
3	AIEMMAT TUTKIMUKSET JA SUOSITUKSET	5
4	MITTAUKSET	6
4.1	Mittausvälineet	6
4.2	Mitattavat autot	8
4.3	Mittausjärjestelyt	8
5	TULOKSET	9
5.1	Mini Cooper S 2005.....	9
5.2	Saab 9-3 1,8i 2005	11
5.3	Peugeot 406 2,0 HDI	11
6	TULOSTEN YHTEENVETO	12
6.1	Mittausten luotettavuus.....	12
6.2	Mittaustulokset	12
6.3	Autovalinnat	13
6.4	Lämmitysaika	13
6.5	Lämmitintyypit	14
6.6	Sisälämmittimen tarve	15
6.7	Lämmittämisen hinta	15
6.8	Lämmitysaikasuositus.....	15
7	POHDINTA	16
	LÄHTEET	17
	LIITTEET	
	1 Minin lämpötilamittaukset	
	2 Peugeotin lämpötilamittaukset	
	3 Saabin lämpötilamittaukset	
	4 Lämmitysvastusten tehonkulutus	

1 JOHDANTO

Suomen ilmastossa on jonkinlainen moottorin esilämmitysjärjestelmä hyvinkin suosittu ja suositeltava varuste. Markkina-alueena pohjoisen ilmaston maat ovat niin pieni, ettei autoja kannata kuitenkaan tehtaalla varustaa esilämmityksellä. Myös eri maiden käyttämät erilaiset sähköverkon jännitteet ja liitännät toisivat omat lisäkustannuksensa.

Polttoainekäyttöiset lämmittimet ovat lisääntyneet nykydieselien hyötysuhteen noustessa. Moni automalli vaatii lämmittimen pystyäkseen tuottamaan riittävästi lämmintä ilmaa matkustamoon ajon aikana. Nämä järjestelmät ovat helposti ja edullisesti muunnettavissa myös esilämmityskäyttöön.

Huomattavasti yleisempää on kuitenkin verkkovirralla auton moottorin ja sisätilojen lämmittäminen ennen ajoonlähtöä. Sähköllä toimiva järjestelmä on polttoainekäyttöiseen verrattuna erittäin edullinen. Lähes jokaisella on kotonaan parkkipaikalla sähköliitäntä, työpaikoillakin liitäntä on hyvin yleinen. Jo olemassa olevan infrastruktuurin vuoksi järjestelmää voitaneen hyödyntää myös tulevaisuudessa sähköautoissa.

Sähköisen moottorinlämmittimen käytöstä on olemassa ohjeita, jotka perustuvat tutkimuksiin. Ohjeelliset maksimilämmitysajat on annettu eri ulkolämpötiloille ja lämmitintyypeille.

Halusin tutkia, kuinka lämpö moottorissa jakautuu eri lämmitintyypeillä lämmitysajan mukaan. Näiden tulosten pohjalta tein omat päätelmät lämmitysajan järkevästä pituudesta, joita vertailin aiemmin julkaistujen suositusten kanssa.

2 SÄHKÖISET ESILÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Suomen markkinoilla on kolmen eri valmistajan lämmitysjärjestelmiä. Norjalainen Defa ja ruotsalainen Calix ovat suuremmat ja tunnetummat, vuosia alalla olleet valmistajat. Yhdysvaltalainen Temro on myös ollut pitkään Suomen markkinoilla, tosin huomattavan pienellä markkinaosuudella. Tiedot lämmittimistä ja lisävarusteista perustuvat pitkälti Defan tuoteluetteloon (2011) ja soveltuvuustaulukoihin.

2.1 Liitäntäjohto

Kaikki kolme valmistajaa käyttävät erilaisia liitäntöjä lämmitysvastuksille ja muille järjestelmän osille. Järjestelmän perusrakenne on kaikissa sama, mutta liittimet tekevät muiden valmistajien osien käyttämisen mahdottomaksi.

Verkkoliitäntäjohdolle on tärkeintä sopivat materiaalit, jotta johto kestää käsittelyä kovallakin pakkasella. Johto liitetään usein auton etupuskuriin tulevaan minipistorasiaan. Pistorasian ja liittimen suunnittelu on haastavaa, koska molempien olisi hyvä kestää esimerkiksi tilanne, jossa autolla lähdetään ajamaan unohtaen liitäntäjohto autoon kiinni. Liitäntä pitää olla myös helposti kytkettävä, koska kytkeminen tehdään usein pimeässä ja paksut käsineet kädessä.

Johdotukset moottoritilassa ja auton sisällä tehdään erityisillä suojatuilla kaapeleilla, jotka on suunniteltu kestämaan kovaa kulutusta, kemikaaleja ja suuria lämpötilaeroja. Vastuksen liitäntäjohto joutuu kovalle rasitukselle, koska sen on kestävä moottorin värinä ja liike.

2.2 Lämmitysvastus

Henkilöautokäytössä lämmitysvastuksen teho on yleensä alle tuhat wattia. Teho riippuu vastuksen tyypistä ja moottorin koosta. Perinteisellä lohkolämmittimellä tehon määrää moottorin koko ja jäähdytysjärjestelmän tilavuus.

Yleisin vastustyyppi on moottorin jäähdytysnestetilaan asennettava lämmitysvastus. Sylinterilohkossa on tulppa, joka poistetaan ja vastus asennetaan tulpan paikalle.

Kiinnitys tapahtuu kierteillä, erillisellä tuella tai puristusliitoksella. Vastus lämmittää suoraan jäähdytysnestettä. Nesteen lämpiäminen saa aikaan hitaan nestekierron moottorissa, jolloin lämpö leviää laajemmalle alueelle. Vastuslanka toimii sulakkeena, eli ylikuumenemistilanteessa lanka palaa poikki. Tämä saattaa johtua esimerkiksi liian likaisesta jäähdytysnesteestä tai liian vähäisestä nesteen määrästä.

Monissa nykymoottoreissa tilanpuute ja sylinteriryhmän lujuusvaatimukset ovat tehneet vastuksen asentamisen lohkon kylkeen vesitilaan mahdottomaksi. Useimmin näissä tapauksissa käytetään joko sylinterilohkoon tai öljypohjaan kiinnitettävää, muotoonvalettua vastuselementtiä. Lämmön johtuminen varmistetaan lämpöä johtavalla tahnalla liitospinnassa ja kiinnitys yleensä pulteilla.

Säteilylämmittimet ovat yleensä pienempitehoisia kuin vesitilan vastukset. Etuna kuitenkin on, ettei jäähdytysjärjestelmän tiiviys vaarannu. Öljypohjaan kiinnitettävät vastukset myös lämmittävät voiteluöljyn paremmin kuin vesitilaan tulevat vastukset.

Säteilylämmittimen vaihtoehtona on yleensä jäähdytysnesteletkuun liitettävä vastus. Oikein asennettuna järjestelmään syntyy nesteen lämmitessä kunnollinen nestekierto ja koko moottori lämpiää. Väärin asennettuna voi nestekierto häiriintyä, jolloin esilämmitin lämmittää vain osan jäähdytysjärjestelmästä. Saatetaan päätyä tilanteeseen, jossa itse moottori on kylmä, mutta moottorin lämpöanturin ympäristö on lämmin. Tällainen moottori on hyvin vaikea käynnistää moottorinohjauksen saadessa väärää tietoa moottorin lämpötilasta.

Lämmitysvastus voidaan sijoittaa myös suoraan öljyn sekaan öljypohjaan, jos moottorin suunnittelussa on jätetty vastukselle sopiva paikka. Tällöin vastus lämmittää öljyn, josta lämpö johtuu hitaasti muualle moottoriin. Etuna järjestelyssä on se, että öljyllä on lämmitettynä optimaaliset voiteluominaisuudet heti kylmäkäynnistyksessä. Öljytilavuuden ollessa pieni jäähtyy öljy kuitenkin hyvin nopeasti moottorin käydessä. Öljylämmitintä käytetään myös ilmajäähdytteisissä moottoreissa.

2.3 Sisätilanlämmitin

Esilämmitysjärjestelmään kuuluu useimmiten myös sisähaaroituspistorasia ja siihen liitetty lämmitin. Laitteen puhallin kierrättää auton sisäilmaa lämpövastuksen läpi,

jolloin sisätiloista saadaan mukavan lämpöisiksi ja jäiset ikkunat suliksi. Tämä helpottaa liikkeellelähtöä, kun ei tarvitse raaputtaa jäätä ikkunoista. Turvallisuus paranee, kun autosta on esteetön näkyvyys ulos, eikä kuljettajan tarvitse käyttää paksuja käsineitä ajon aikana.

Haittapuolena on suuri tehonkulutus. Sisälämmittimien ottotehot ovat yleensä vähintään kaksinkertaiset moottorinlämmittimiin verrattuna. Useimmissa laitteissa lämmitysteho säätyy sisälämpötilan mukaan.

2.4 Akkulaturi

Käynnistys kylmällä kelillä rasittaa akkua, vaikka moottori olisikin esilämmitetty. Akku ei kylmänä ota latausvirtaa vastaan yhtä tehokkaasti kuin lämpimänä. Talviaikaan lyhyitä matkoja ajava saattaa törmätä tilanteeseen, jossa akku ei pysty ottamaan vastaan niin paljon virtaa kuin käynnistykseen käytetään. Pikkuhiljaa tämä johtaa akun varaustilan hiipumiseen ja jokin aamu voi olla edessä tilanne, ettei auto käynnisty.

Esilämmitysjärjestelmään liitetään usein akkulaturi. Esilämmityksen aikana laturi lataa auton akkua ja varmistaa täten varaustilan pysymisen riittävän korkeana. Laturi asennetaan usein kiinteästi, eikä vaadi käyttäjältä muuta kuin verkkojohdon liittämisen. Laturin on kuitenkin pystyttävä antamaan riittävän suuri latausvirta, koska usein järjestelmää ohjataan ajastimella ja se on päällä vain muutaman tunnin.

2.5 Ohjausjärjestelmät

Esilämmitysjärjestelmiin on saatavilla ajastinkelloja, kauko-ohjaimia ja näiden erilaisia yhdistelmiä. Nämä helpottavat lämmitystä autoissa, joiden käyttö ei ole säännöllistä.

Ajastimeen perustuvissa laitteissa ohjelmoidaan lähtöaika ja lämmitysajan pituus. Osa laitteista sisältää ulkolämpötilan anturin, jolloin laite voi itse määrittää kulloinkin tarvittavan lämmitysajan. Sisätilanlämmitintä ja moottorinlämmitintä on myös mahdollista ohjata erikseen.

Järjestelmässä voi olla radiotaajuuksilla toimiva kaukosäädin, jolloin lämmitys voidaan käynnistää vajaan kilometrin säteellä autosta. Myös ajastusta ohjataan joissakin malleissa kaukosäätimestä. Defan kauko-ohjaimet käyttävät 868 megahertsin taajuutta, jonka käyttöön Suomessa ei vaadita lupia.

3 AIEMMAT TUTKIMUKSET JA SUOSITUKSET

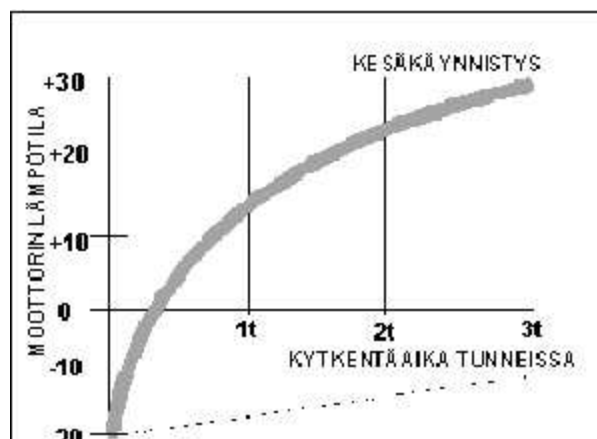
Test Center Tiililä on VTT:n kanssa tutkinut esilämmitystä vuonna 2003. Tutkimuksen on tilannut Defa (Kaha Oy 2012a). Motiva on tutkimuksen perusteella julkaissut suositustaulukon (taulukko 1). Taulukko on hyvin selkeä ja kertoo suositusajan eri ulkolämpötiloille.

TAULUKKO 1. Motivan suositukset (Motiva 2005)

Ulkoilman lämpötila	Sopiva lämmitysaika	
	Lohkolämmitin	Säteilylämmitin
+5 ... -5 °C	0,5 tuntia	1 tuntia
-5 ... -10 °C	1 tuntia	2 tuntia
-10 ... -20 °C	2 tuntia	3 tuntia

.

Defa on julkaissut kaavion (kuva 1) moottorin lämpötilan ja lämmitysaajan riippuvuudesta. Kaavio perustuneen valmistajan omiin tutkimuksiin. (Kaha Oy 2012b)



KUVA 1. Defan lämmityskaavio

4 MITTAUKSET

Tarkoitus oli mitata moottorin lämpötilaa eri kohdista. Antureita sijoitettiin viisi kappaletta sopiviin paikkoihin. Tällaisia ovat esimerkiksi öljypohja, lohkon kyljet, sylinterinkansi ja suurimmat vesiletkut. Lämpötilat kirjattiin ylös noin 15 minuutin välein.

Lisäksi mitattiin sisätilojen lämpiämistä auton käynnistyksen jälkeen, esilämmitettynä ja ilman esilämmitystä.

4.1 Mittausvälineet

Tutkimuskäyttöön suunniteltu useampikanavainen dataloggeri tarkoilla lämpötila-antureilla olisi ollut optimaalinen väline työhön. Tällaista ei nyt kuitenkaan ollut helposti saatavilla, ja ne ovat kalliita hankkia. Mittauksissa käytettiin sen sijaan halpoja kotikäyttöön tarkoitettuja lämpömittareita (kuva 2), joissa on ulkolämpötilan mittaamiseen johdollinen anturi. Viidellä mittarilla pystyi suorittamaan riittävän monipuoliset mittaukset.



KUVA 2. Sisä- ja ulkolämpömittari johdollisella ulkolämpötilan anturilla.

Tarvittava tarkkuus mittauksissa oli noin viiden asteen luokkaa, johon päästään halvemmillakin laitteilla helposti. Mittarit tarkistettiin aluksi asettamalla kaikki anturit samaan paikkaan pakastimeen, huoneenlämpöön ja noin 60-asteiseen uuniin. Mittarien keskinäiset erot olivat suurimmillaankin alle kaksi astetta, joten virhettä ei oteta mittauksissa huomioon. Muutaman asteen virhemarginaali kannattaa kuitenkin pitää mielessä tuloksia tarkastellessa. Mittareilla pystytään mittaamaan lämpötilaa -50 ja +70 asteen väliltä. Ulkolämpötilatieto perustuu mittauspaikalla olleeseen ulkolämpömittariin.



KUVA 3. Energiankulutusmittari.

Hetkellistä tehonkulutusta mitattiin edullisella kulutusmittarilla (kuva 3). Mittarin mittaussväli on 2-3450 wattia. Mittarin tarkkuutta tutkittiin kytkemällä siihen erilaisia tunnetun suuruisia kuormia. Saadut lukemat osoittivat laitteen toimivan.

4.2 Mitattavat autot

Autot valittiin sen mukaan, mitä helposti oli saatavilla. Tarkoitus oli sisällyttää mittauksiin autoja erityyppisillä lämmittimillä, mutta käytännön syistä mittaukset piti rajoittaa perinteisiin lohkolämmittimiin. Mittaukset tehtiin kolmelle autolla.

Minin moottorin iskutilavuus on 1,6 litraa, ja se on mekaanisesti ahdettu bensiinimoottori. Jäähdytysjärjestelmän tilavuus on kuusi litraa. Sylinterilohkoon on asennettu Defan lämmitysvastus. Anturit sijoitettiin sylinterikannen molempiin päihin, öljypohjaan ja venttiilikoppaan. Viides anturi mittasi ilman lämpötilaa moottoritilan yläosasta. Akun lämpötilaa ei mitattu, koska se sijaitsee auton perässä.

Peugeot on varustettu kahden litran turbodieselillä. Lämmityselementti on Defan valmistama ja perinteinen pakkastulpan tilalle asennettava. Defan suositustaulukot suosittelevat kyseiseen moottoriin öljypohjaan tulevaa säteilylämmittintä. Mitattavia kohteita olivat akku, öljypohja, konehuoneen lämpötila, sylinterilohkon alaosa ja sylinterikansi suuttimien kohdalta.

Saabin moottori on Opeleissakin käytetty 1,8-litrainen, bensiinikäyttöinen, vapaastihengittävä ja nelisylinterinen. Lämmityksestä vastaa Defan vastus, perinteisesti vesitilaan asennettuna. Anturit sijoitettiin sylinterilohkoon moottorin etupäähän, sylinterikanteen moottorin takapäähän ja imusarjaan. Myös akun lämpötilaa seurattiin akkukotelosta akun päältä.

Saab mitattiin viimeisenä, ja mittaus päätettiin lopettaa muita aikaisemmin. Tulokset olivat hyvin samankaltaisia kuin muilla autoilla ja ennalta arvattavia.

4.3 Mittausjärjestelyt

Ulkolämpötilan ollessa vähintään 10 astetta pakkasella annettiin autojen jäähtyä useampi tunti. Anturit kiinnitettiin helposti luoksepäästäviin paikkoihin, ja kirjattiin alkulämpötilat. Auton lohkolämmitin kytkettiin sähköverkkoon kulutusmittarin kanssa. Lämmitystä, energiankulutusmittausta ja lämpötilojen seuranta jatkettiin,

kunnes merkittäviä muutoksia ei enää tapahtunut lämpötiloissa. Lämpötilat kirjattiin 15 minuutin välein.

Anturit kiinnitettiin mitattaviin kohteisiin teipillä ja eristettiin ympäröivästä ilmasta. Ilman kunnollista eristystä ympäröivä ilma olisi jäähtynyt suoraan anturin toista puolta, jolloin tulokset olisivat arvottomia. Eristyksessä käytettiin erilaisia vaahtomuovin palasia. Parhaimmillaan anturin ympärille mahtui eristettä noin kymmenen senttimetrin kerros.

Sisätilojen lämpiämistä tutkittiin asettamalla lämpöanturi keskelle auton matkustamoaa, suunnilleen kuljettajan pään korkeudelle. Sisätilojen puhallus asetettiin suuntautumaan mahdollisimman tasaisesti tai käytettiin automaattiasentoa. Auton moottori käynnistettiin ja jätettiin joutokäynnille. Lämpötilat kirjattiin ylös muutaman minuutin välein. Sama toistettiin sekä lämmitetyllä että kylmällä moottorilla.

5 TULOKSET

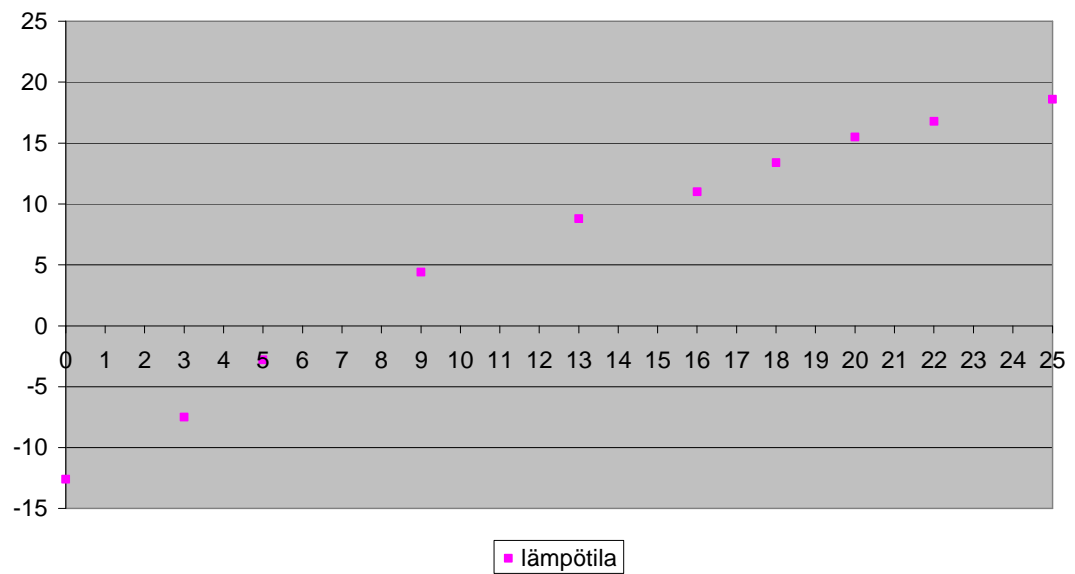
Lämmitysmittausten tulokset ovat erillisinä liitteinä työn lopussa. Sisätilojen lämpiämismittauksen tulokset ovat autokohtaisesti alla. Vastuksen ottotehot ovat kaaviosta arvioituja keskiarvoja.

5.1 Mini Cooper S 2005

Sisätilat saavuttavat nollan Minissä noin kuuden minuutin joutokäynnin jälkeen moottorin ollessa esilämmitetty (kaavio 2). Kylmänä käynnistetty auto saavuttaa saman pisteen noin kolme minuuttia myöhemmin (kaavio 3). Esilämmityksen hyvin pieni etu selittyy huonosti kylmään ilmastoon sopivalla, tehottomalla lämmityslaitteella. Monen kuljettajan subjektiiviset arviot talvikaudelta tukevat teoriaa.

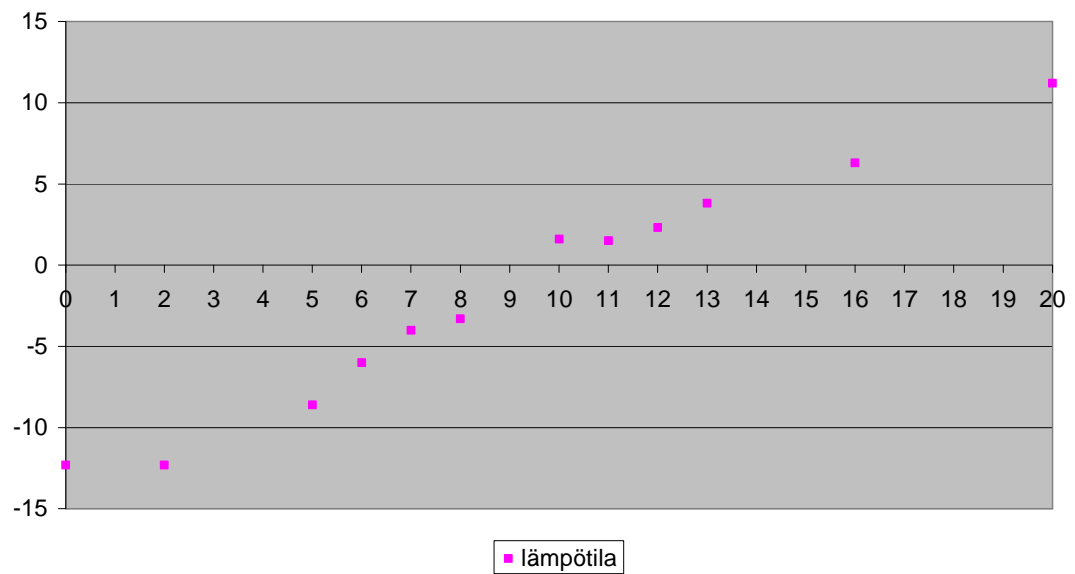
Minin moottorin lämmitysvastuksen ottoteho on noin 580 wattia. Vaihtelu mittausaikana oli muutamia kymmeniä watteja.

Mini sisätilat esilämmitys



KAAVIO 2. Sisätilojen lämpiäminen auto esilämmitettynä. X-akselilla aika minuutteina.

Mini sisätilat kylmänä



KAAVIO 3. Sisätilojen lämpiäminen kylmänä. X-akselilla aika minuutteina.

5.2 Saab 9-3 1,8i 2005

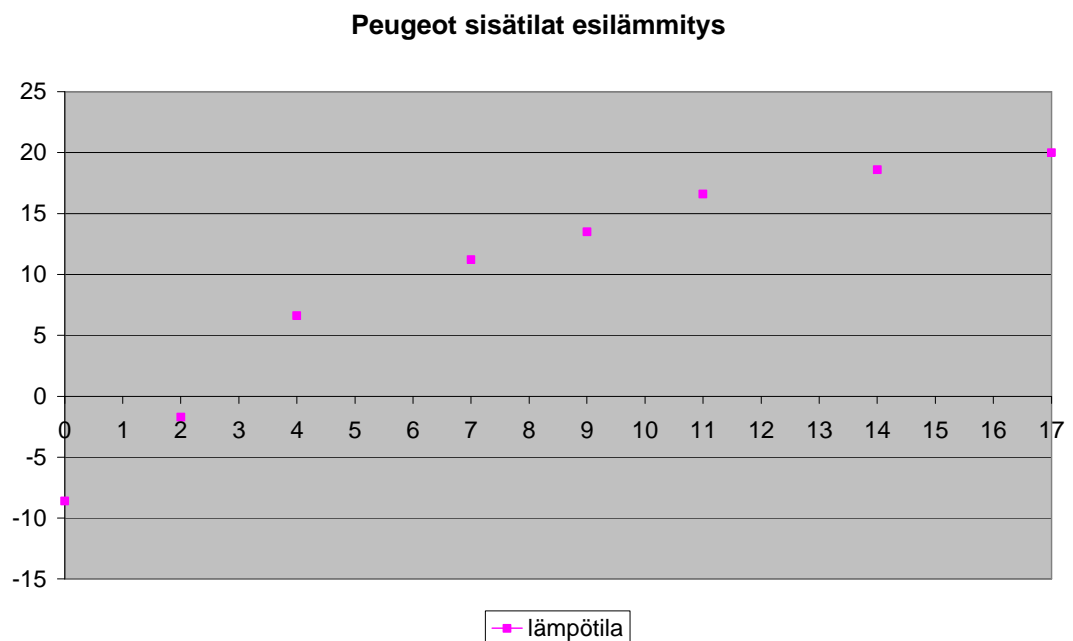
Saabille ei suoritettu sisätilojen mittausta, sillä auton termostaatti oli viallinen. Vika vaikutti merkittävästi moottorin lämpiämiseen ja automaattisen ilmastointilaitteen toimintaan.

Lämmitysvastuksen ottoteho on noin 590 wattia. Vaihtelua mittausaikana oli noin 20 wattia.

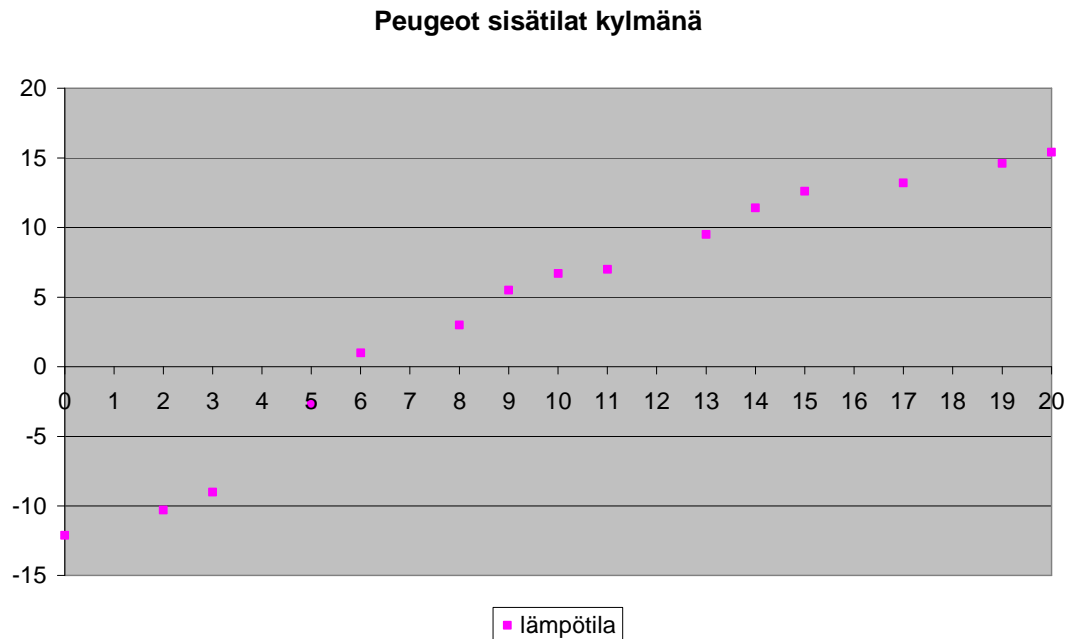
5.3 Peugeot 406 2,0 HDI

Esilämmitettynä Peugeot on hyvin nopeasti lämmin sisätiloiltaan (kaavio 4). Kylmänä käynnistäminen hidastaa lämpiämistä kolmella minuutilla (kaavio 5).

Lämmitysvastuksen ottoteho on noin 550 wattia. Vaihtelu mittausaikana oli 15 astetta.



KAAVIO 4. Sisätilojen lämpiäminen auto esilämmitettynä. X-akselilla aika minuutteina.



KAAVIO 5. Sisätilojen lämpiäminen kylmänä. X-akselilla aika minuutteina.

6 TULOSTEN YHTEENVETO

6.1 Mittausten luotettavuus

Vaikka käytetyt mittausjärjestelyt ja -välineet olivat hyvin yksinkertaisia, vaikuttavat tulokset mielestäni hyvin uskottavilta. Absoluuttiset lämpötilat eivät ole tärkeässä roolissa tutkimuksessa, joten mittarien keskinäiset virheet voidaan jättää huomioimatta täysin. Lämpötilojen muutokset ja muutosnopeudet ovat huomattavasti tärkeämmässä roolissa.

Anturien eristys onnistui monessa paikassa suunniteltua paremmin. Esimerkiksi öljypohjiin anturit asennettiin käyttämällä sopivaa pesusientä pohjapanssarin ja anturin välissä. Tällöin anturin eristi ympäröivästä ilmasta parhaimmillaan jopa kymmenen senttimetrin vaahtomuovikerros.

6.2 Mittaustulokset

Oli jossain määrin odotettavissa, että vesitilaan sijoitetut vastukset lämmittävät nopeimmin sylinterilohkon ja -kannen. Muualle moottoriin ja moottoritilaan lämpö

leviää huonommin. Moottoritilan suuret lämpöhäviöt vaikuttavat osaltaan akun hitaaseen lämpiämiseen.

Tuloksissa yllättävintä oli moottoriöljyn hidas lämpiäminen. Öljypohja on tiivisteellä eristetty lohkosta, jolloin lämpö siirtyy hyvin hitaasti. Tiiviste estää lämmön johtumisen lähes täysin metallisia rakenteita pitkin. Lämpö johtuu öljyyn lähinnä siellä uivan öljypumpun kautta. Talvikäyttöön sopivan matalaviskositeettisen öljyn käyttäminen esilämmityksestä huolimatta on siis hyvin perusteltua kovilla pakkasilla.

6.3 Autovalinnat

Alun perin tutkimuksiin piti hankkia autoja erilaisilla moottorinlämmittimillä. Muut vastustyytit ovat Suomessa vielä hyvin harvinaisia, joten sellaisia ei mitattavaksi saatu sopivalla aikataululla. Peugeotissa piti olla suositustaulukoiden mukaan säteilylämmitin, mutta vastus olikin erilainen.

Valitut autot kuitenkin edustavat enemmistöä Suomen autokannasta. Kaikissa on pienehkö nelisylinterinen rivimoottori, vaikka moottorit muuten eroavatkin suuresti toisistaan. Lämmitystulosten ollessa hyvin samankaltaisia testiautoilla voidaan olettaa suuren osan liikenteessä olevista autoista käyttäytyvän samalla tavalla.

6.4 Lämmitysaika

Mittaukset on tehty noin kymmenessä pakkasasteessa. Ne ovat kuitenkin sovellettavissa myös kylmemmille keleille. Lämpöenergian häviöt ovat samaa luokkaa silloinkin, joten lämpötilaero moottorin ja ulkoilman kanssa pysynee samana. Myös muutosnopeudet lienevät samaa luokkaa.

Kahdessa tunnissa päästään joka moottorilla tilanteeseen, jossa lämpöisimmät osat ovat noin 40 astetta ulkoilman yläpuolella. Samalla muutosnopeus on tipahtanut tasolle, jolla ei lämmitystä kannata jatkaa. Tätä voidaan pitää maksimiaikana joka lämpötilassa. Suositukset tukevat tätä teoriaa.

Ainoastaan akun lämpötilan nostaminen puhuu pidemmän lämmitysjaksan puolesta. Lyhyttä matkaa ajavalle akun lämmittäminen kannattaisi, koska akku ei kylmänä ota

vastaan riittävää varausta. Erillinen akkulaturi on kuitenkin pitkällä aikavälillä huomattavasti edullisempi tapa varmistaa akun kunto. Toinen vaihtoehto on pikkuhiljaa yleistyvät akun lämmitysjärjestelmät.

Polttoaineenkulutuksen nimissä lämmitys kannattaa myös lämpimällä ilmalla. Oikean lämmitysajan määrittäminen on kuitenkin monimutkaista ja riippuu sähkön hinnan lisäksi jokaisen moottorin kulutuslisästä kylmänä. Motivan julkaisemia suosituksia voinee pitää pätevänä tässäkin suhteessa.

Moottorin lämmittäminen sähköllä maksaa suunnilleen yhtä paljon kuin joutokäynnillä lämmittäminen. Esilämmitystä kuitenkin puoltaa moottorin vähempi kuluminen ja pienemmät päästöt. Joissakin tapauksissa moottori ei välttämättä edes käynnisty ilman esilämmitystä. Taloudellisesti edullisimman yhdistelmän valinta on aina tapauskohtaista ja erittäin monimutkaista.

6.5 Lämmitintyytit

Vesitilaan asennettavat vastukset lämmittävät sylinterilohkon ja -kannen kahdessa tunnissa noin 40 astetta ulkolämpötilaa lämpimämmäksi. Letkulämmitin lämmittää sekin jäähdytysnestettä, joten voimme olettaa lämmön jakautuvan lähes samalla tavalla. Vastuksen sijainnista johtuen suurempi osa lämmöstä tosin karkaa moottoritilaan. Arvioisin moottorin lämpiävän hieman hitaammin ja vähemmän, mutta moottoritilan lämpötila lienee muutaman asteen korkeampi. Arktisissa oloissa lohkolämmitin vaatii kunnollisen moottoriöljyn pumpattavuuden varmistamiseksi lämmityksestä huolimatta.

Säteilylämmitin on teholtaan yleensä noin 300-wattinen. Öljypohjaan asennettuna lämpö ei pääse johtumaan kunnolla ylemmäs moottoriin. Käynnistettäessä öljy on lämmintä, mutta muu moottori huomattavasti kylmempi kuin muilla lämmitintyypeillä. Säteilylämmitin varmistaa moottorin voitelun kylmälläkin kelillä, mutta mukavuutta se ei lisää yhtä paljon kuin tehokkaammat lämmittimet. Jos moottoriin ei ole saatavilla muita sähkölämmitintyyppisiä, kannattaa harkita jopa polttoainekäyttöistä lämmitintä.

6.6 Sisälämmittimen tarve

Esilämmitetyllä moottorilla sisätiloihin saa muutamassa minuutissa lämmintä ilmaa. Tämä riittää pitämään esimerkiksi ikkunat sulina ja mahdollistaa ajamisen kohtuullisen kevyellä vaatetuksella.

Sisätilanlämmitin auttaa kuitenkin tilanteessa, jossa auton ikkunoihin kertyy paksumpi jääkerros. Se myös mahdollistaa ajamisen ilman käsineitä, kun ei tarvitse odotella pintojen lämpiämistä sisätiloissa.

Tehokkainta olisi suuritehoisen sisälämmittimen käyttäminen vain vähän aikaa ennen lähtöä, suurten lasipintojen lämpöhäviöiden johdosta. Käytännössä järjestely on vaikea toteuttaa, joten monet käyttävät sisälämmitintä tuntitolkulla sen enempää asiaa miettimättä. Suuren tehonkulutuksen vuoksi tämä ei ole taloudellisesti kannattavaa. Jotkut lisävarusteiset ajastinjärjestelmät mahdollistavat sisälämmittimen ja moottorinlämmittimen käyttämisen itsenäisesti.

Esimerkiksi autokatoksessa, jossa laseihin ei kerro jätää, on sisätilanlämmittimen käyttäminen järkevillä vaikeasti perusteltavissa.

6.7 Lämmittämisen hinta

Yksi kilowattitunti sähköä maksaa Suomessa noin viisitoista senttiä. Tehokas sisätilanlämmitin ja lohkolämmitin kuluttaa noin 2 kilowattia tunnissa. Kovilla pakkasilla kolmen tunnin lämmittäminen maksaa karkeasti yhden euron. Samalla rahalla saa hieman alle litran polttoainetta, jolla varmaankin jo lämmittää moottorin.

Ajastimen ja kauko-ohjaimet, joissa sisätilanlämmittimen lämmitysaika on erikseen säädettävissä, pienentävät selvästi käyttökustannuksia. Samalla käyttömukavuus paranee.

6.8 Lämmitysaikasuositus

Lämmittäminen ei kahden tunnin kuluttua enää merkittävästi nosta moottorin lämpötilaa. Tätä voidaan siis pitää maksimiaikana kaikissa tilanteissa.

Sylinterikannen lämpötila nousee noin 20 astetta reilussa puolessa tunnissa. Nollakeleillä tällä saadaan jo normaalia kesäistä kylmäkäynnistystilannetta vastaavat olosuhteet.

TAULUKKO 2. Lämmitysaikasuosituksset.

ulkolämpötila	lämmitysaika
0	30 min
-10	60 min
-20	90 min

Oheisen taulukon (taulukko 2) suositukset pätevät vain tilanteessa, jossa ei käytetä sisätilanlämmittintä tai sitä käytetään erillisellä ajastimella. Kustannussyistä sisätilanlämmittintä ei kannattane käyttää kuin korkeintaan puolet ilmoitetusta lämmitysaikasta.

Moottorin kulumisen kannalta tärkeintä on, ettei moottoria rasiteta ensimmäisten sekuntien aikana. Päästöjen kannalta taas edullista olisi rasittaminen, jotta katalysaattori saavuttaisi nopeammin toimintalämpötilansa. Itse kallistuisin päästöjen lisäämisen puolelle ja antaisin moottorin käydä kylmillä keleillä minuutin verran joutokäyntiä.

7 POHDINTA

Tavoite oli lämpötilan jakautumista ja leviämistä mittaamalla muodostaa suositukset järkeville lämmitysaajoille. Mittaustulokset antoivat riittävän pohjan päätelmien tekemiselle. Aiheen syvällisempi käsittely olisi vaatinut kulutuksen ja päästöjen mittaamista. Mitattavien suureiden ja kohteiden lisääminen olisi vaatinut huomattavaa lisäystä työmäärään ja mittausvälinehankintoihin.

Suosituksset muodostuivat hyvin samankaltaisiksi aiemmin julkaistujen suositusten kanssa. Tästä voi päätellä, että mittausten pohjalta tehdyt päätelmät ovat järkeviä. Työ eteni pitkälti odotusten mukaisesti, eikä suuria yllätyksiä tullut vastaan. Kaikkia tavoiteltuja autoja ei saatu mittauksiin, mutta tuloksia kertyi siitä huolimatta riittävästi.

LÄHTEET

Kaha Oy 2011. Defan tuoteluettelo 2011. PDF-dokumentti.
http://www.kaha.fi/file_root/Lisavarusteet/Defa/Defa_tuoteluettelo_2011.pdf Julkaistu 2.2.2011. Luettu 11.3.2012.

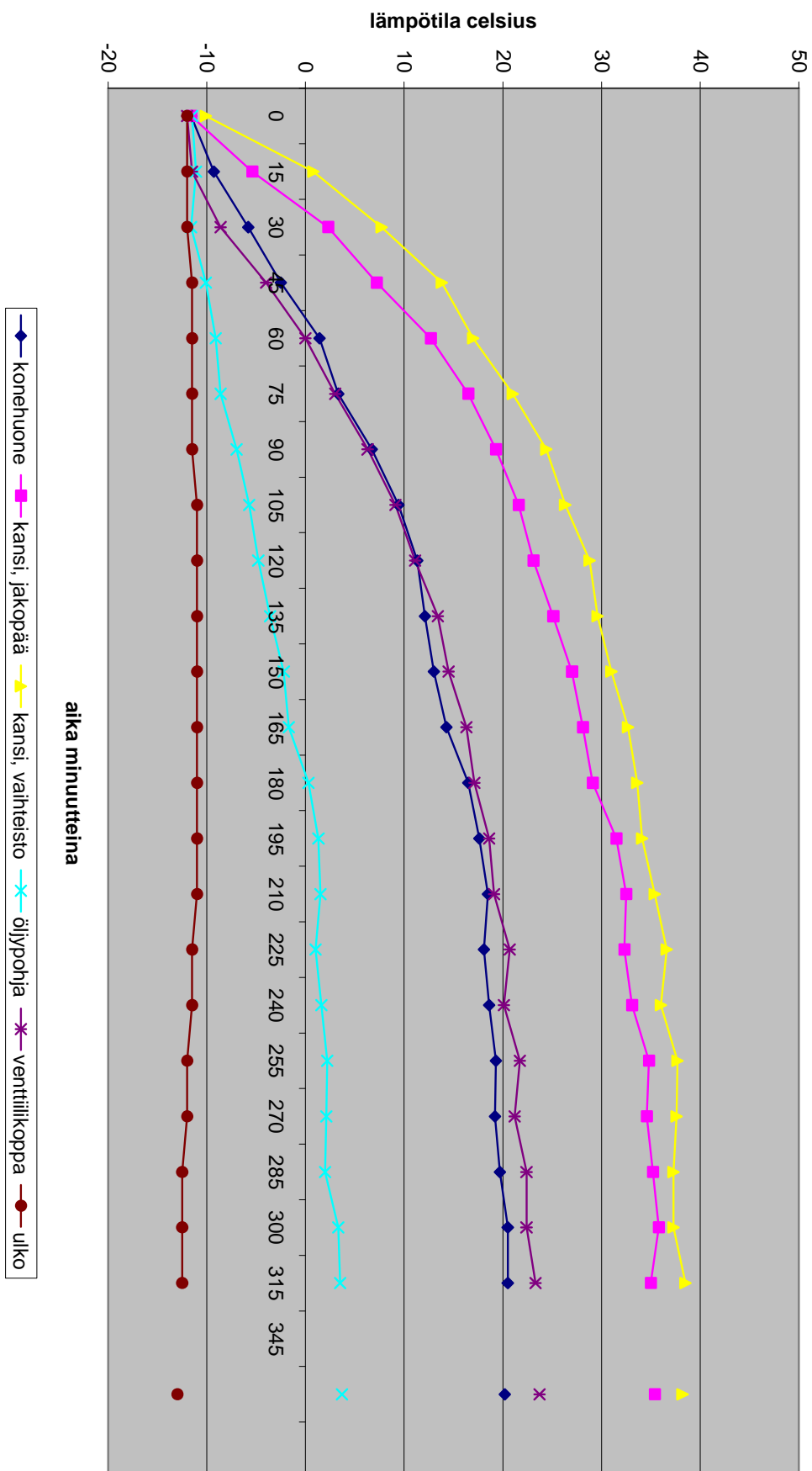
Kaha Oy 2012a. WWW-dokumentti.
<http://www.kaha.fi/category.php?cid=105&pid=47> . Päivitetty 11.3.2012. Luettu 11.3.2012.

Kaha Oy 2012b. WWW-dokumentti.
<http://www.kaha.fi/category.php?comp=21&pid=43&cid=105> Päivitetty 11.3.2012. Luettu 11.3.2012.

Motiva 2005. Tiedote. WWW-dokumentti.
http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2005/moottorin_esilammitys_a_utoilijan_ja_ympariston_etu.html Päivitetty 8.4.2009. Luettu 11.3.2012.

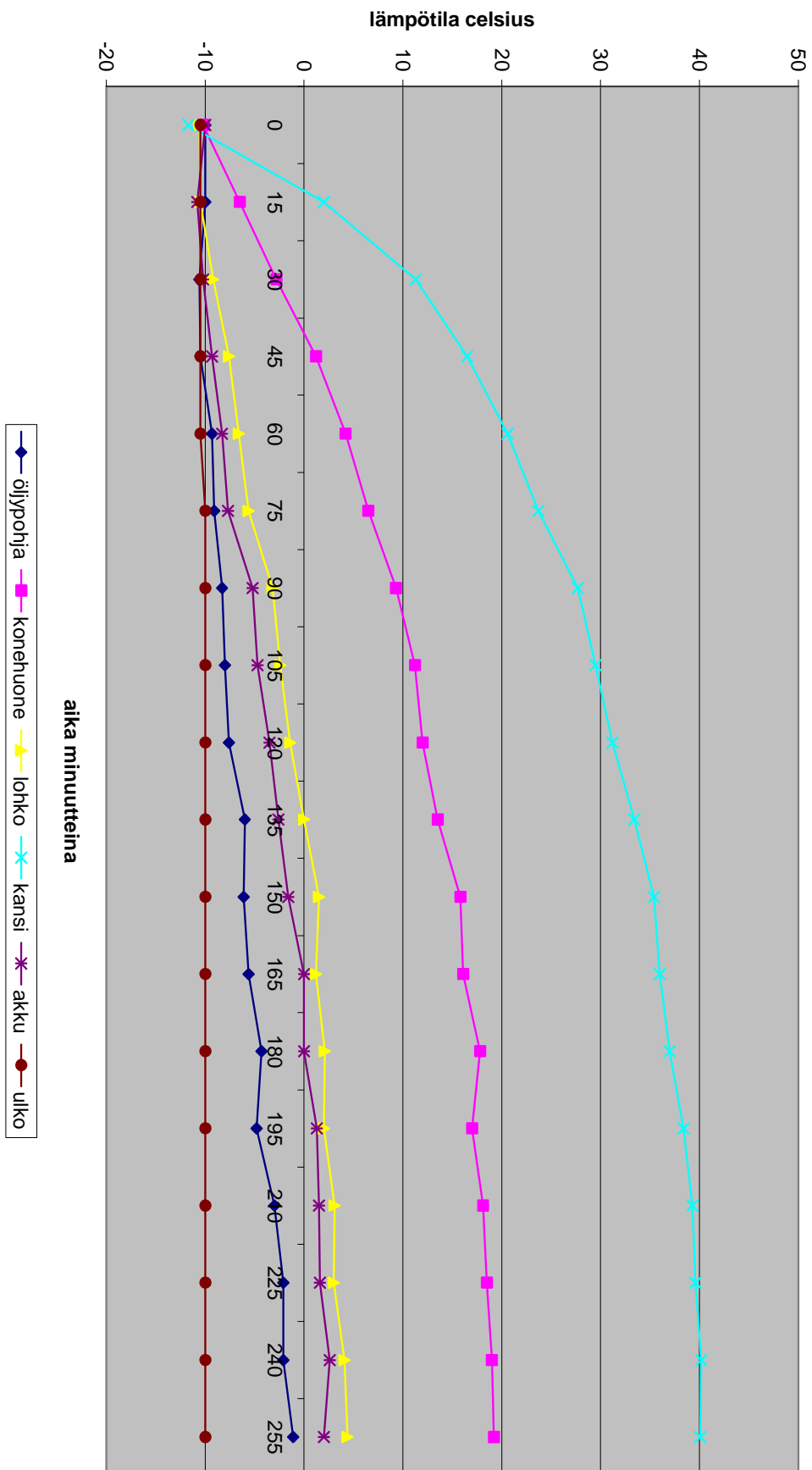
Minin lämpötilamittaukset

Mini Cooper S



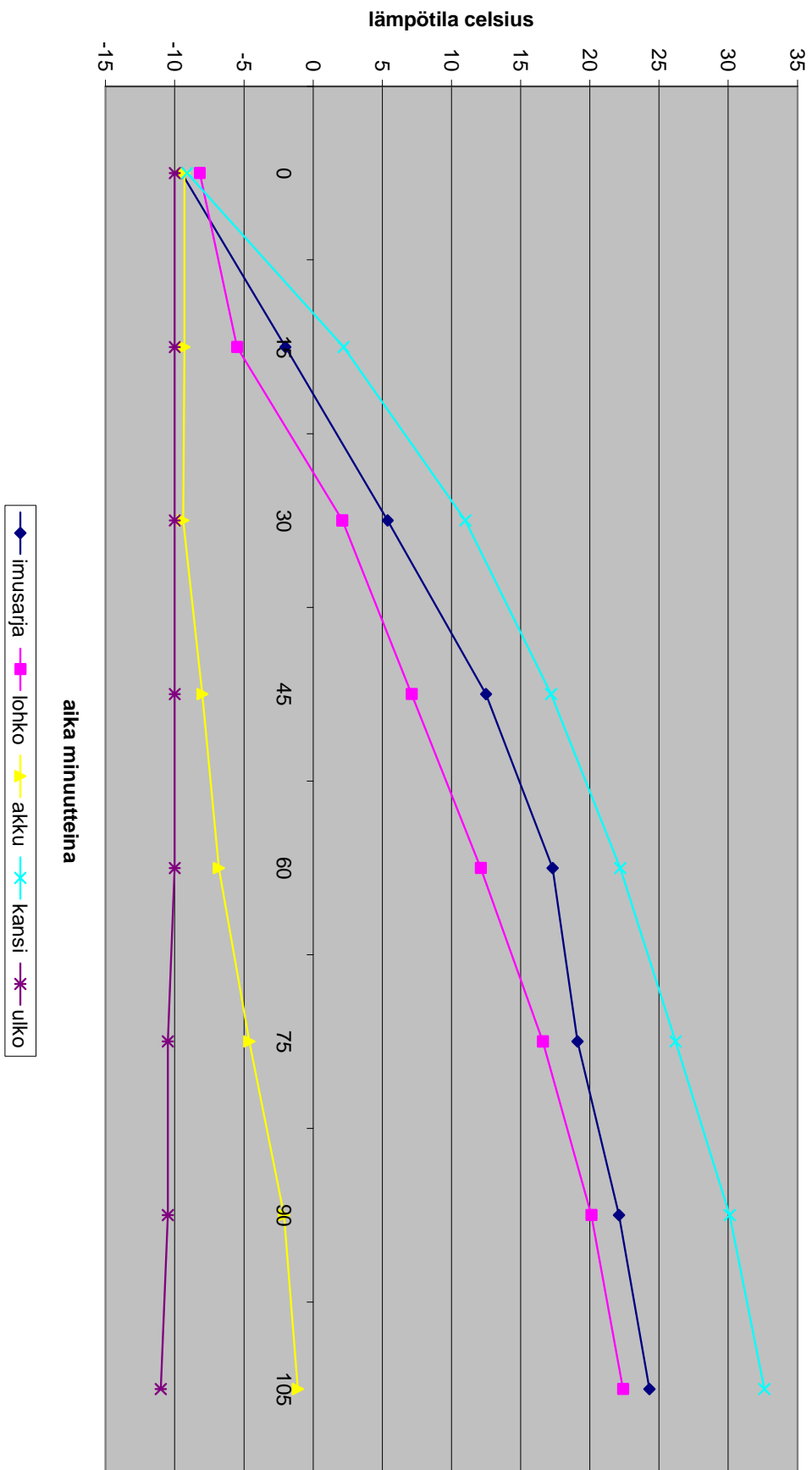
Peugeotin lämpötilamittaukset

Peugeot 406



Saabin lämpötilamittaukset

Saab 9-3



Lämmitysvastusten tehonkulutus

